

AD=AA

①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

①2 **Offenl gungsschrift**  
①1 **DE 3439369 A1**

⑤1 Int. Cl. 4:  
**B22D 2/00**  
G 01 V 3/10

②1 Aktenzeichen: P 34 39 369.2  
②2 Anmeldetag: 27. 10. 84  
②3 Offenlegungstag: 30. 4. 88

= 254,816,758

DE 3439369 A1

Schutzbesitz

## ⑦1 Anmelder:

AMP Angewandte Meßtechnik und Prozeßsteuerung  
GmbH, 5100 Aachen, DE

## ⑦4 Vertreter:

Bauer, H., Dipl.-Ing., Pat.-Anw., 5100 Aachen

## ⑦2 Erfinder:

Theissen, Wolfgang, Dipl.-Ing., 5102 Würselen, DE;  
Julius, Edmund, Dr.-Ing., 5100 Aachen, DE; Block,  
Franz Rudolf, Dr.rer.nat., 5106 Roetgen, DE

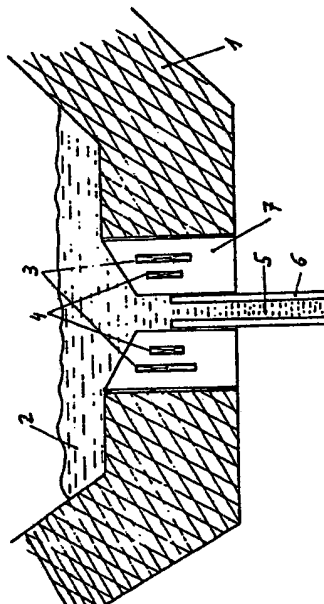
USPS EXPRESS MAIL  
EV 338 198 385 US  
JULY 24 2003

## ⑤4 Verfahren und Vorrichtung zum Detektieren von Schlacke

Es wird ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Detektieren mitfließender Schlacke in Stahlschmelzen beim Abguß aus metallurgischen Gefäßen, insbesondere beim Stranggießen, beschrieben.

Beim Abgießen von Stahl aus Konverter, Pflanze oder Zischengefäß ist man aus metallurgischen Gründen bestrebt, die sich auf der Oberfläche der Schmelze befindende Schlacke nicht mit abzugießen.

Mit dem Verfahren läßt sich selbst ein geringer Schlackeanteil in der ausfließenden Schlacke erkennen, ohne daß die Abschirmung des Gießstrahls aufgehoben werden muß oder das Gießen behindert wird, indem Änderungen der elektrischen Leitfähigkeit des Gießstrahls mit Hilfe elektromagnetischer Felder gemessen werden. Dazu werden ortsfest eine oder mehrere Sende- und Empfangsspulen (3 bzw. 4) um den Gießstrahl (5) angeordnet. Die Sendespulen (3) werden mit einem Strom mehrerer Frequenzen gespeist, und die in den Empfangsspulen (4) induzierte Spannung wird frequenzselektiv nach Betrag und Phasenlage ausgewertet. Zur Erhöhung der Empfindlichkeit wird der Meßaufnehmer in einer Brückenschaltung betrieben. Aus dem Betrag und der Phasenlage der in den Meßspulen (4) induzierten Spannung wird die Änderung der elektrischen Leitfähigkeit des Gießstrahls (5) und daraus der Schlackeanteil ermittelt. Temperaturabhängige Fehler werden weitgehend unterdrückt.



DE 3439369 A1

3439369



DIPL.-ING.  
HUBERT BAUER  
PATENTANWALT  
EUROPEAN PATENT ATTORNEY

VNR: 100 307

H. BAUER · LOTHINGEN STR. 59/ECKE WILHELMSTR. · D-5100 AACHEN

Patentanmeldung

Bez.: "Verfahren und Vorrichtung zum  
Detektieren von Schlacke"

Anm.: AMP Angewandte Meßtechnik und  
Prozeßsteuerung GmbH, Jülicher  
Str. 336, 5100 Aachen

TELEFON (0241) 504250

TELEGRAMME: PATENTBAUER AACHEN

POSTSCHECK KÖLN 231833-608  
(BLZ 37010050)

DEUTSCHE BANK AG, AACHEN 2602631  
(BLZ 39070020)

IHRE ZEICHEN

IHRE NACHRICHT

MEINE ZEICHEN

AACHEN

B/MJ (2129)

23. Oktober 1984

Patentansprüche:

1. Verfahren zum Detektieren von in einem Fluß einer Metallschmelze mitfließender Schlacke, dadurch gekennzeichnet, daß eine Sende- und eine Empfangsspule den Flußquerschnitt der Metallschmelze berührungslos umschließen und die Sendespule mit einem mehrere Frequenzen enthaltenden Strom beaufschlagt wird, der in der Empfangsspule eine Spannung induziert, die frequenzselektiv ausgewertet wird und aus deren spektralem komplexem Verlauf die Leitfähigkeitsverteilung über dem Flußquerschnitt und daraus der Anteil der Schlacke in der passierenden Metallschmelze sowie der durch den Verschleiß sich ändernde Durchmesser des Flußquerschnitts ermittelt wird, und daß eine kontinuierliche oder quasikontinuierliche Messung der sich ändernden Temperatur der Schmelze und der Meßaufnehmer durchgeführt wird und eine Verknüpfung der Temperaturdaten mit den Meßwerten des induzierten Spannungsspektrums erfolgt.

2. Verfahren nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch die Verwendung einer Referenzeinrichtung, die ebenfalls aus einer Sende- und einer Empfangsspule besteht und beide Sendespulen hintereinander und beide Empfangsspulen elektrisch gegeneinander geschaltet werden.
3. Verfahren nach den Ansprüchen 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß auf die Sendespule der Referenzeinrichtung eine weitere Wicklung aufgebracht wird, in die frequenzselektiv ein nach Beträgen und Phasenlagen veränderlicher Strom so eingebracht wird, daß die Summenspannungen der einzelnen Frequenzen in den Empfängerspulen Null wird.
4. Verfahren nach den Ansprüchen 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Verwendung von zwei Sende- und einer Empfangsspule, die gegeneinander so angeordnet sind, daß der in der Empfangsspule hindurchtretende magnetische Summenfluß durch entsprechende Einspeisung der Ströme in die Sendespulen auf Null abgeglichen werden kann und daß gleichzeitig die von den beiden Sendespulen in der Metallschmelze induzierten Wirbelströme unterschiedliche Größe haben.
5. Verfahren nach den Ansprüchen 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Signale der Meßspulen mit Hilfe von phasenempfindlichen Gleichrichtern gemessen und die Auswertung und der Abgleich der Brückenschaltungen mit Hilfe eines Rechners oder Mikroprozessors durchgeführt werden.

6. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Sende- und Empfangsspulen den Flußquerschnitt der Metallschmelze coaxial umgeben, wobei die Empfangsspule innen, zwischen den beiden Sendespulen oder auch außer. liegt, und daß die Spulen gegeneinander einen gewissen radialen Abstand zueinander einhalten.
7. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Sende- und Empfangsspulenachsen in radiale Richtung weisen und bei gleichen radialen Abständen zum Meßobjekt die Sendespulen außerhalb der Basisecken eines gleichschenkligen Dreiecks liegen.
8. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1 bei einem mit einer Ausmauerung versehenen metallurgischen Gefäß, dadurch gekennzeichnet, daß die Sende- und Empfangsspulen (3, 3a, 10 bzw. 4, 10a) des Meßaufnehmers in die Ausmauerung bzw. in Lochsteine (7) des Gefäßes (1) integriert sind.
9. Vorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß sowohl die Sende- und Empfangsspule (3 bzw. 4) wie auch eine Referenzsendespule (3a) in die Ausmauerung bzw. in Lochsteine (7) des Gefäßes (1) integriert sind.
10. Vorrichtung nach den Ansprüchen 8 und 9, dadurch gekennzeichnet, daß das Gefäß (1) mit einem durch die ermittelten Meßwerte steuerbaren Ausflußschieber versehen ist.

## Verfahren und Vorrichtung zum Detektieren von Schlacke

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Detektieren von in einem Fluß einer Metallschmelze mitfließender Schlacke, insbesondere in Stahlschmelzen beim Abgießen aus metallurgischen Gefäßen.

Beim Abgießen von Stahl aus Konvertern, Pfannen oder Zwischengefäßen befindet sich auf der Oberfläche der Schmelze eine Schlackenschicht. Aus metallurgischen Gründen ist man bestrebt, möglichst keine Schlacke mit abzugießen. Um den Schlackeabfluß zu verhindern, sind im wesentlichen folgende Verfahren bekannt:

Bei der Pfanne wird der ungefähre Zeitpunkt ermittelt, ab dem Schlacke abfließen kann. Dazu wird die Pfanne in leerem und vollem Zustand gewogen, so daß sich daraus die jeweilige Restmenge an Schmelze ermitteln läßt. Das Ausfließen der Schlacke wird, nachdem aus der Anzeige der Waage daraus geschlossen wurde, daß der Füllstand auf kritische Werte abgesunken ist, visuell von der Bedienungsmannschaft ermittelt.

Abgesehen davon, daß die Ermittlung der Restmenge an Schmelze nur recht ungenau erfolgen kann, da sie vom Abnutzungsgrad der Pfannenausmauerung abhängt, ist dieses Verfahren aufwendig, vor allem, wenn unter Schutzgas vergossen wird, was bei hochwertigen Stahlsorten in der

Regel der Fall ist. Damit der Gießstrahl beobachtet werden kann, muß nämlich die Abschirmung teilweise entfernt werden. Dies erfordert einen erheblichen maschinentechnischen Aufwand und verschlechtert zudem die Qualität.

Bei einem anderen Verfahren wird auf die visuelle Kontrolle verzichtet und beim Erreichen eines vorgegebenen Füllstandes in der Pfanne das Abgießen abgebrochen.

Dieses Verfahren ist unwirtschaftlich, weil stets ein Rest der Schmelze in der Pfanne verbleibt, der wieder eingeschmolzen werden muß.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, zu einem Verfahren zu gelangen, mit dem ein geringer Anteil von Schlacke in der abfließenden Schmelze erkannt und angezeigt werden kann, ohne dazu die Abschirmung des Gießstrahls entfernen zu müssen oder das Gießen zu behindern.

Zur Lösung der gestellten Aufgabe wird vorgeschlagen, nach den kernzeichnenden Merkmalen des Anspruchs 1 zu verfahren.

Die Temperaturen der Schmelze und der Meßaufnehmer sollen laufend überwacht werden. Die Temperaturmessungen sind Stand der Technik. Die Bestimmung ist besonders einfach, wenn aus den ohmschen Widerständen der Spulen auf die Temperaturen der Meßaufnehmer und daraus weiter auf die Temperatur der Schmelze geschlossen wird. Die Wärmeausbreitung im System selbst kann berechnet werden, nachdem die Materialkonstanten in üblicher Weise bestimmt wurden.

Mit den Meßwerten der Temperatur kann der Wert der elektrischen Leitfähigkeit, der in die Berechnung der Verteilung der Schlacke aus den Meßwerten des Spannungsspektrums eingeht, korrigiert werden.

Durch die Verwendung einer Referenzeinrichtung, die ebenfalls aus einer Sende- und einer Empfangsspule besteht, wobei beide Sendespulen hintereinander und beide Empfangsspulen elektrisch gegeneinander geschaltet werden, läßt sich die Empfindlichkeit wesentlich erhöhen.

Eine weitere Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, daß auf die Sendespule der Referenzeinrichtung eine weitere Wicklung aufgebracht wird, in die frequenzselektiv ein nach Beträgen und Phasenlagen veränderlicher Strom so eingespeist wird, daß die Summenspannung der Empfängerspule für alle Frequenzen Null wird bzw. gegen Null geht.

Zur weiteren Verringerung des Temperatureinflusses sieht eine weitere Ausgestaltung der Erfindung vor, eine den Flußquerschnitt coaxial umgebende Spulenanordnung, bestehend aus zwei Sende- und einer Empfangsspule, die einen bestimmten radialen Abstand zueinander einhalten, zu verwenden oder eine Spulenanordnung in der Weise zu betreiben, daß die Sende- und Empfangsspulenachse in radialer Richtung um das Meßobjekt angeordnet sind und bei gleicher radialer Entfernung zum Meßobjekt die Sendespulen außerhalb der Basisecken eines gleichschenkligen

---

Dreiecks liegen, wobei die in der Empfangsspule induzierte Spannung durch entsprechende Einspeisung der Ströme in die Sendespulen für alle Frequenzen auf Null abgeglichen wird.

Vorzugsweise werden die Signale der Meßspulen mit Hilfe von phasenempfindlichen Gleichrichtern gemessen und die Auswertung und der Abgleich der Brückenschaltungen mit Hilfe eines Rechners oder Mikroprozessors durchgeführt.

Eine Vorrichtung zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens läßt sich beispielsweise bei einem mit einer Ausmauerung versehenen metallurgischen Gefäß verwenden, wobei die Sende- und Empfangsspulen des Meßaufnehmers in die Ausmauerung bzw. in Lochsteine des Gefäßes integriert sind.

Nach einer Ausgestaltung der Vorrichtung sind sowohl die Sende- und Empfangsspule wie auch eine Referenzsendespule in die Ausmauerung bzw. in Lochsteine des Gefäßes integriert.

Schließlich läßt sich nach einer Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Vorrichtung das Gefäß mit einem durch die ermittelten Meßwerte steuerbaren Ausflußschieber versehen.

Nach dem erfindungsgemäßen Verfahren können also eine oder mehrere Sende- und Empfangsspulen ortsfest so um den ausfließenden Gießstrahl angebracht werden, daß sie diesen



vorzugsweise koaxial umschließen. Dabei werden die Sendespulen mit einem Strom mehrerer Frequenzen gespeist, wobei die in den Aufnahmespulen induzierte Spannung frequenzselektiv nach Betrag und Phasenlage gemessen wird. Mit Hilfe eines Rechners oder Mikroprozessors läßt sich aus der radialen Verteilung der elektrischen Leitfähigkeit auf den Schlackenanteil in der Schmelze schließen.

Zur Erhöhung der Empfindlichkeit dient eine Brückenschaltung, bei der eine Referenzanordnung, bestehend aus einer Sende- und Empfangsspule, so geschaltet wird, daß die Sendespulen vom gleichen Speisestrom durchflossen werden, während die Empfängerspulen so geschaltet werden, daß die induzierten Spannungen einander entgegengerichtet sind.

Zum Abgleich der Brückenschaltung und zur weiteren Steigerung der Empfindlichkeit wird auf die Referenzspule eine weitere Wicklung aufgebracht, die mit einem frequenzselektiv in den Phasenlagen und Beträgen veränderbaren Strom frequenzgleich mit dem Speisestrom gespeist wird. Mit diesem Kompensationsstrom wird die Meßbrücke in der Weise abgeglichen, daß die Summenspannungen der einzelnen Frequenzen an den Empfangsspulen Null werden. Änderungen der elektrischen Leitfähigkeit des Meßobjekts führen dann zur frequenzselektiven Verstimmung des Nullabgleichs der Brücke.

Wird das Meßverfahren nach Anspruch 4 verwendet, werden die Sendespulen mit Strömen gespeist, die mehrere Frequenzen enthalten und die frequenzselektiv gegeneinander in Betrag und Phasenlage so eingestellt werden, daß die induzierte Spannung in der Meßspule für alle Frequenzen auf Null abgeglichen wird. Änderungen der elektrischen Leitfähigkeit des Meßobjekts führen dann zu einer frequenzselektiven Verstimmung des Nullabgleichs der Brücke.

Nach dem erfindungsgemäßen Verfahren läßt sich ein Schlackeanteil im Gießstrahl wie folgt erkennen:

Da die elektrische Leitfähigkeit der Stahlschmelze wesentlich größer ist als die der Schlacke, verringert ein Schlackeanteil im Gießstrahl die örtliche elektrische Leitfähigkeit. Änderungen der elektrischen Leitfähigkeit des Meßobjekts verändern die induzierten Wirbelströme und damit die in den Empfängerspulen induzierte Spannung nach Betrag und Phasenlage. Änderungen des Durchmessers des Meßobjekts führen dabei zu Signalen, die sich nach Betrag und Phasenlage von den Signalen, die aufgrund von Leitfähigkeitsänderungen hervorgerufen werden, unterscheiden.

Durch die Verwendung mehrerer Frequenzen des Speisestroms mit daraus folgenden unterschiedlichen Eindringtiefen der elektromagnetischen Felder erhält man zusätzliche Informationen über die radiale örtliche Verteilung der elektrischen Leitfähigkeit und die Geometrie des Meßobjekts. Damit läßt sich die Auflösung weiter steigern, so daß bereits ein sehr geringer Schlackeanteil im Gießstrahl erkannt werden kann.

Die aus Temperaturänderungen der Schmelze und der Meßaufnehmer resultierenden Fehler lassen sich weitgehend unterdrücken, wenn, wie beschrieben, die Temperaturen aufgenommen und die Meßwerte für die Berechnung des Schlackeanteils entsprechend korrigiert werden.

In der Zeichnung sind Anwendungsbeispiele des erfindungsgemäßen Verfahrens sowie der prinzipielle Aufbau von Meßschaltungen dargestellt.

Es zeigen:

Fig. 1a den mechanischen Einbau der Meßaufnehmer in einem Lochstein von Pfanne oder Zwischengefäß;

Fig. 1b den mechanischen Einbau der Meßaufnehmer auf der Oberfläche eines Auslaufrohrs von Pfanne oder Zwischengefäß;

Fig. 2 eine Meßschaltung für drei Frequenzen, bei der die Aufnehmer und die Referenzanordnung in einer Brückenschaltung betrieben werden;

Fig. 3 eine Meßschaltung für drei Frequenzen mit Kompensationswicklung, bei der die Meßbrücke mit Hilfe eines Kompensationsstroms abgeglichen wird;

Fig. 4a den mechanischen Aufbau eines Meßaufnehmers, der aus zwei Sende- und einer Empfangsspule besteht, und bei der die Meßaufnehmerspulen den Flußquerschnitt der Metallschmelze koaxial umschließen;

Fig. 4b den mechanischen Aufbau eines Meßaufnehmers, der aus zwei Sende- und einer Empfangsspule besteht, und bei der die Meßaufnehmerspulenachsen in radiale Richtung weisen;

Fig. 5 eine Meßschaltung für den Meßaufnehmer gemäß Fig. 4a und 4b, wobei der Brückenabgleich durch den Speisestrom erfolgt.

In Fig. 1a ist ein metallurgisches Gefäß mit 1, eine Schmelze mit 2, eine Sendespule mit 3, eine Empfangsspule mit 4, ein Gießstrahl mit 5, ein Auslaufrohr mit 6 und ein Lochstein mit 7 bezeichnet.

Die Sendespule 3 umschließt den Gießstrahl 5 und erzeugt das primäre Feld. Die Empfangsspule 4 befindet sich koaxial innerhalb der Sendespule 3. Beide Spulen 3 und 4 sind in den Lochstein 7 eingelassen und vergossen.

Fig. 1b zeigt ein Beispiel dafür, wie die Meßaufnehmer das Auslaufrohr 6 von Pfanne und Zwischengefäß umschließen.

Sendespule 3 und Empfangsspule 4 sind fest miteinander verbunden und umschließen das Auslaufrohr 6 koaxial. Sende-

spule 3 und Empfangsspule 4 werden am Auslaufrohr 6 so befestigt, daß sie beim Wechsel des Auslaufrohres 6 leicht entfernt und wiederverwendet werden können.

Wird zur Erhöhung der Empfindlichkeit die Meßanordnung in einer Brückenschaltung betrieben, besteht die Referenzanordnung aus einer Sende- und Empfangsspule, die so angeordnet sind, daß in der Referenzempfangsspule eine näherungsweise gleiche Induktionsspannung wie in der Meßspule erzeugt wird.

Fig. 2 zeigt den prinzipiellen Aufbau einer Meßschaltung für drei Frequenzen, bei der die Aufnehmer- und die Referenzanordnung in einer Brückenschaltung betrieben werden.

Ein Frequenzgenerator 8 steuert einen Leistungsverstärker 9 mit drei Frequenzen an, der die hintereinander geschalteten Sendespulen 10 des Meßaufnehmers und eine Sendespule 11 der Referenzanordnung speist. Eine Empfangsspule 10a des Meßaufnehmers und eine Empfangsspule 11a der Referenzanordnung sind gegeneinander geschaltet und so ausgelegt, daß sich die induzierten Spannungen nahezu kompensieren. Das Summensignal wird über einen hochohmigen Vorverstärker 12 phasempfindlichen Gleichrichtern 13 zugeführt, die das Signal in Real- und Imaginärteile zerlegen, die auf einer entsprechenden Ausgabeeinheit 14 dargestellt werden.

Fig. 3 zeigt den prinzipiellen Aufbau einer Meßschaltung für drei Frequenzen, bei der der Meßaufnehmer und die Referenzanordnung in einer Brückenschaltung betrieben werden und der Brückenabgleich durch einen Kompensationsstrom durchgeführt wird.

Die Meß- und Referenzanordnung wird wie in Fig. 2 betrieben. Zusätzlich wird auf die Referenzspulenordnung eine Kompensationswicklung 15 aufgebracht, die als weitere Sendespule betrieben wird. Das am Frequenzgenerator 8 abgegriffene Signal wird frequenzselektiv über einstellbare Phasenschieber 16a, 16b, 16c den die Kompensationswicklung speisenden Leistungsverstärkern 9a, 9b, 9c zugeführt, deren Verstärkung ebenfalls verändert werden kann.

Die Phasenlagen und die Beträge der Kompensationsströme werden manuell oder durch einen Rechner oder Mikroprozessor 21 so eingestellt, daß die Summenspannung am Eingang des Vorverstärkers 12 für alle Frequenzen Null ist. Änderungen der Leitfähigkeit des Meßobjektes führen dann zur Verstimmung der Brücke und zu einem Summensignal am Eingang des Vorverstärkers 12, aus dessen Beträgen und Phasenlagen die radiale Verteilung der elektrischen Leitfähigkeit des Gießstrahls 5 und daraus der Schlackenanteil ermittelt werden kann.

Fig. 4a zeigt den prinzipiellen mechanischen Aufbau eines Meßaufnehmers, der aus zwei Sendespulen 3, 3a und einer Empfangsspule 4 besteht.

Die Sendespule 3 wird dabei von der Empfangsspule 4 in einem gewissen radialen Abstand, dessen optimaler Wert von der Gesamtgeometrie des Meßaufnehmers abhängt, und diese wiederum von der zweiten Sendespule 3a, die als Referenzspule arbeitet, coaxial umschlossen. Diese Spulenanordnung ist mechanisch gegeneinander fixiert, vorzugsweise vergossen, und umschließt als Ganzes wiederum den Gießstrahl 5 in einem vorgegebenen Abstand.

Fig. 4b zeigt den prinzipiellen mechanischen Aufbau eines Meßaufnehmers, der aus zwei Sendespulen 3, 3a und einer Empfangsspule 4 besteht. Die Sendespulen 3, 3a und die Empfangsspule 4 sind in der Weise angeordnet, daß ihre Achsen in radiale Richtung weisen und daß die Sendespule 3a um  $90^\circ$  und die Sendespule 3 um  $180^\circ$  gegenüber der Empfangsspule 4 versetzt sind.

Fig. 5 zeigt den prinzipiellen Aufbau einer Meßschaltung für drei Frequenzen mit der Spulenanordnung gemäß Fig. 4a bzw. 4b als Meßaufnehmer. Ein Frequenzgenerator 8 steuert einen Leistungsverstärker 9 mit drei Frequenzen an, der seinerseits die Sendespule 3 des Meßaufnehmers speist. Das Signal des Frequenzgenerators 8 wird gleichzeitig frequenzselektiv über einstellbare Phasenschieber 16a, 16b, 16c den Leistungsverstärkern 9a, 9b, 9c zugeführt, die die Sendespule 3a des Meßaufnehmers speisen. Die in der Empfangsspule 4 des Meßaufnehmers induzierte Spannung wird über einen Vorverstärker 12 phasenempfindlichen Gleichrichtern 13 zugeführt, die das Signal frequenzselektiv

in Real- und Imaginärteile zerlegen, die auf einer entsprechenden Ausgabeeinheit 14 dargestellt werden.

Die Phasenlagen der Kompensationsströme in der Sendespule 3a werden mittels der Phasenschieber 16, 16b, 16c und die Beträge mittels der Verstärkungsfaktoren der Leistungsverstärker 9a, 9b, 9c so eingestellt, daß die am Eingang des Vorverstärkers 12 liegende Induktionsspannung für alle Frequenzen Null wird.

Änderungen der radialen Verteilung der elektrischen Leitfähigkeit im Meßobjekt 5 führen zu einer Verstimmung der Meßbrücke und zu einem Signal am Eingang des Vorverstärkers 12, aus dessen Beträgen und Phasenlagen die radiale Verteilung der elektrischen Leitfähigkeit und daraus der Schlackeanteil im Gießstrahl ermittelt werden kann. Der Abgleich der Meßbrücke kann manuell oder durch einen Mikroprozessor 21 vorgenommen werden.



Numm r:	34 39 369
Int. Cl.4:	B 22 D 2/00
Anmeld tag:	27. Oktober 1984
Offenlegungstag:	30. April 1986

19 -

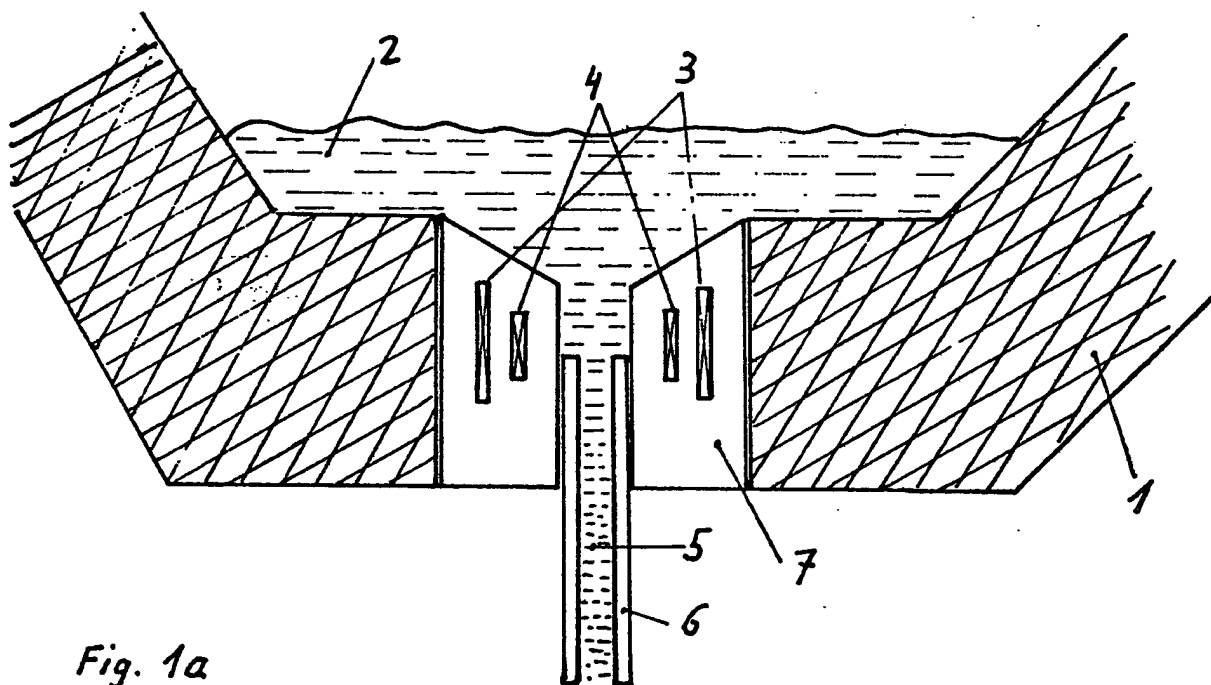


Fig. 1a

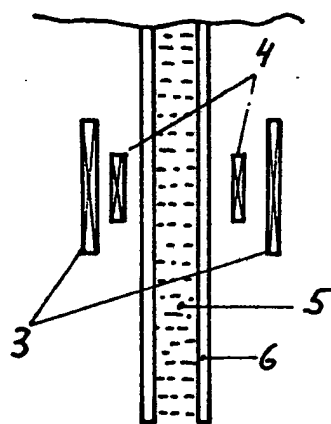


Fig. 1b

16-

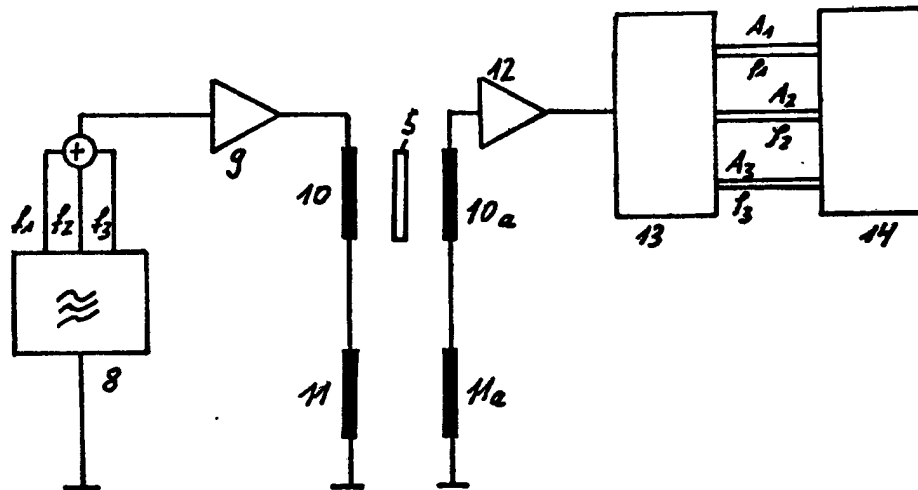


Fig. 2

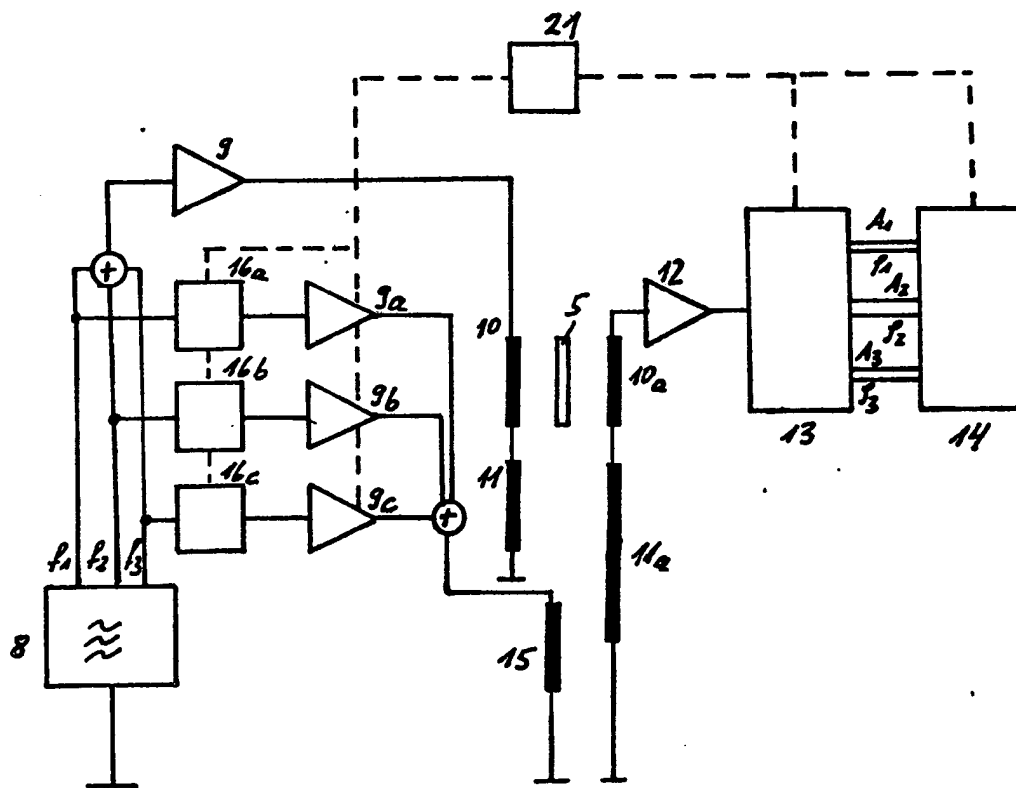


Fig. 3

3439369

Fig. 4a

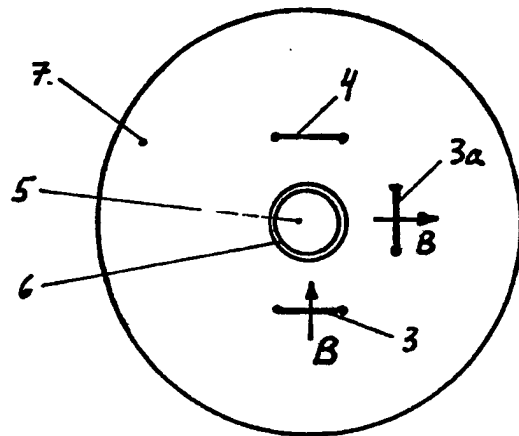
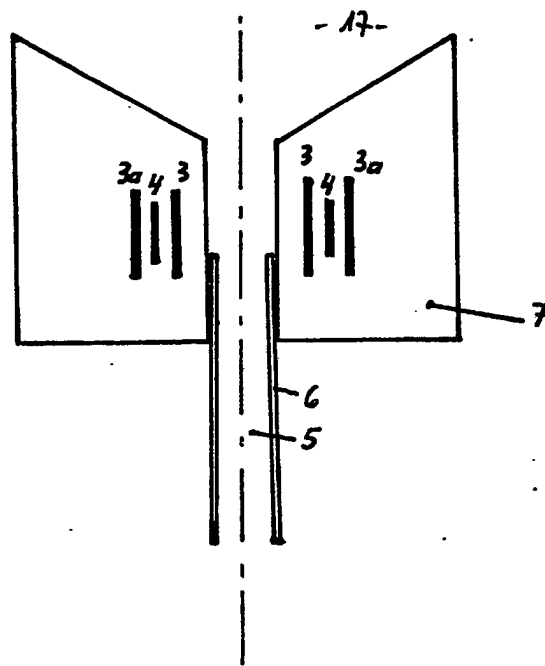


Fig. 4b

